



TITLE:

アブストラクト(1)(第47回物性若手
夏の学校 パネルディスカッション
,講義ノート)

AUTHOR(S):

小川, 哲生

CITATION:

小川, 哲生. アブストラクト(1)(第47回物性若手夏の学校 パネルディス
カッション,講義ノート). 物性研究 2003, 80(3): 374-378

ISSUE DATE:

2003-06-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/97569>

RIGHT:

アブストラクト

小川 哲生（大阪大学教授）

第一部

「物性科学の魅力と展望」

物理学、特に物性科学の醍醐味は様々で十人十色です。今の私は、物性科学に「職業として」触れていますが（本当は「趣味として」触れたい）、物理学（物性科学）を志そうと燃えた約20年前を思い起こしながら、「物理学・物性科学の魅力」を述べてみます。それを基に、「今後の展望」を考えます。

(1) 科学、特に物理学は万能であり、自然現象を理解するための唯一で最強の手段・言語だと信じ（込められ）ていました。科学（物理学）は、明るい未来を約束する《(知的)豊かさ》の象徴であり、《普遍的で客観的な真理》の象徴でした。

●「ペンが剣よりも強し」の「ペン」とは何か？

(2) 帰納と演繹、物理学はこの二つの相補的な思考手法・論理展開法を、同時に併せ持ち内包しています。近代科学の精髓である物理学では、これが最も顕著です。

(3) 物理学には、素粒子などの「単純」方向へのベクトルと、物質や生体などの「複雑」方向へのベクトルを、同時に併せ持ち内包しています。「複雑」だからこそ「多様」であるのが、物性科学の特徴です。

（注意：「単純」＝「簡単」ではありません

ん。）

(4) 「わかる」とはどういうことだろうか？に答えてくれそうな「科学哲学」「認識論」の対象は、主として物理学です。

このようなことを考えながら、大学生時代を過ごしました。私は、これらの特徴の中でも、特に「普遍性」「演繹性」「複雑性」に惹かれました。「複雑」な対象の中に、「普遍」的なルールが内在されており、それを暴き出すことによって、未知の現象や性質をも「予言」することができる、こんな素晴らしい学問は物性科学以外にはあり得ません（と思い込んでいました）。素粒子分野は「対象が単純すぎる」ので興味が持てず（ベクトルの向きに個性を出しにくいから）、「物性科学」へ参入しました。

物性科学と「もの」とは、切っても切り離せません。すなわち、目に見える巨視的スケールの「もの」の物理（性質）と原子・分子などの微視的スケールでの物理学（量子力学など）とが、何桁にもわたるスケール変換で、様々な「階層」を通じてつながっていることが特徴です。つまり、微視的世界の知見が実世界の関心に繋がりがうるのが「物性科学」の醍醐味の一つといえましょう。私は物性物理学を工学部で学びましたが、このような「実世界」との関わりを大切に思ったからに他なりません。

ところがこの20年間余りの間に、物理学の基盤に変化が起きています。

(a) 「カオス」や「複雑系」など、決定

論的であっても将来の現象を完全に予知・支配・制御できない現象に、どのように対処するのか？

(b) 「生命」や「環境」など、繰り返して実験することが不可能な対象に、物理学を適用できるのか？要素還元主義の限界だろうか？

(c) 科学（理論）が先導し、技術（実験）がそれらに従属している、という構図は成り立たない。つまり、技術から隔絶した「科学」は成立しえない。とすると、物理学はそれ単体では存立できず、必ず「技術」や「産業」との密接な連携が必要ではないのか？

●これらの問題点こそ、将来の物理学・物性科学の進むべき方向を示す道標が隠れているに違いありません。

●物理学は、そもそも「下克上」（ボトムアップ）の学問。方法論や対象が混沌とした暗中模索の時代にこそ、威力を発揮するはず。だから、「物理」や「物性科学」を学ぶだけではなく、「物理的思考方」（数学での「論理的考え方」と同じではない）や「物理学的自然観（→物理学的人生観）」をも同時に身につけておかねば、今後は生き残れないでしょう。

「物理的思考方」は今でも万能であり、自然現象を理解するための唯一で最強の手段・言語だと信じています。

第二部

「大学（院）の教育環境、研究環境」

詳しくは、小川研究室のホームページ（<http://www.acty.phys.sci.osaka-u.ac.jp/~ogawa/policy.html>）に書いてあります。小川が参考にした清水明先生

（東京大学）のホームページも併せてどうぞ。

《大学院での教育とは》

大学院での教育の眼目は、学問の研究とはどのように行われているのかを身をもって具体的に知ることです。よって、教官が第一級の研究をしているところでこそ、大学院教育を受ける最大の意味が生じます。研究とは「問題の発見」と「解決の提案」です。問題発見と解決提案の2点に対して大切なことは、これらが「主体的に行われること」と「独創的であること」です。研究が真に研究の名に値するか否かは、それが主体的かつ独創的であるかどうかにかかっています。場合によっては、指導教官が現在抱えている問題の一端が大学院生に与えられることにより、問題の選択に幅がないように思われる場合があるかもしれません。しかし、その場合でも、その課題の範囲の中で解決を探る際に、与えられた問題に対する取り組み方にいろいろと創意工夫をめぐらす余地はあるはずで、そのことを通じて解決の提案にも独自性が生まれることになります。

大学生活あるいは大学院生活の時代は、人生の中でも人格形成という点で最も重要な時期です。人間は一人で自分を創りあげていくわけではありません。自分が自分になっていくに際して、友人や先輩後輩、家族や教師など、他人が常に自分の人格形成に食い込んできているのであり、人間関係の中で自己を創りだしていくのです。自己育成の上で大切なこの時期に、他人とつきあうすべを習得しつつ極力様々な人々と接するように心がけるとよいと思います。

《小川研究室の基本方針》

大学・大学院の研究室は、「研究をする所」です。と同時に、「研究を通じて教育する/される所」です。そこで、「研究をやる気と能力（素質）とを兼ね備えた人がいくらでも伸びるように」というのを基本にし、「やる気のない人が伸びないのは仕方がない(当然だ)」と考えます。高等学校までは、やる気のない人にやる気を起こさせるのも教える側（教師）の仕事の一つだと考えられているようですが、大学や大学院ではそうではないと考えます。従って、研究をやる気がない人と研究をやる能力（素質）が（明らかに）無い人は、大学院への進学や後期博士課程への進学を認めません。そういう学生が無事に修士論文審査／博士論文審査をパスするかについても、保証の限りではありません。また、明らかに研究に向いていないと見受けられる人も、同様です。「研究をやる気がある」かどうか、「能力（素質）がある」かどうかは、小川による観察や本人との対話の中で、小川が判断します。

前期博士課程（修士課程）では、なるべく様々な分野の勉強（耳学問を含む）を行い、大学院理学研究科物理学専攻の大学院生として恥ずかしくないように、最低限必要な物理学の知識とセンスとを身につけてもらいたいと思います。ですので、多くの講義を聴講してもらいたいし、他の研究室のセミナーに参加しても構わないし、大学院生たちが自主的に勉強会を開くのも大いに歓迎します。修士1年が終わる頃から、徐々に自分の興味を絞って、（遅くとも）修士2年では修士論文に向けての研究がスタートします。この時期は、自分の研究テーマに関する情報収集（過去の研究成果の理解、問題点の発見、研究の方法論の模索）をしながら、馬車馬のように昼夜を問わずに研

究に邁進してください。修士の2年間は、なるべく頻繁に研究推進状況をチェックします。そうして度重なる議論を通して、研究態度や研究思想を身につけてください。

修士課程2年間の毎日の生活を小川が目で観察した結果、後期博士課程への進学について助言することがあります。「就職か博士課程進学か」という選択の際に、小川は何らかの意見を言います。「研究をやる気と能力（素質）を兼ね備えた人がいくらでも伸びるように」というのを基本にしていますから、それにふさわしい人が後期博士課程に進学して切磋琢磨することは大歓迎で、できる限りの研究指導やサポートを行います。しかし一方、「やる気」と「能力（素質）」のどちらか一方でも欠く人は、その人の将来を考慮して就職を強く薦めます。もちろん、就職することが唯一の解決策とは限りませんが、少なくともベターな方向をその時点での情報に基づいて判断し選択しなければなりません。「やる気」と「能力（素質）」を客観的に正確に測る方法は存在しませんので、小川の主観も少しは入るでしょう。しかしだからこそ、修士課程の2年間をかけてなるべく正しく観察し判断をしています。

どちらにしろ、小川の中から見てその学生にとってベストと思われる進路や方向を指導をしています。もちろん、小川の助言や指導に完全に従う「義務」は全くありません。その際は、「own risk」で以降の生活を過ごしてください。

一旦小川研究室に配属になった後で、自分がこの研究室での研究には不適格だと判断した場合、途中で他の研究グループに移るのは（相手が了解すれば）自由です。その場合はできるだけ早めに

申し出て下さい。また、しばらく大学院で勉強してみて、やはり研究は自分に合わないことに気づくこともあります。その際はなるべく早く見切りをつけて（たとえば）企業に就職する方が、結局良いようです。研究に合わないことに早く気づくことは幸運なことであって、決して致命的出来事ではありません。「研究職に就くのが偉くて崇高であって、途中で民間企業に就職してしまうのは落伍者である」と感じている若い人が多く見受けられますが、実はその逆であることも多いのです（ほとんどの場合逆です）。企業に在職していた経験から、小川は、大学での教育・研究だけが人生の唯一の解ではない、と言いたいです。一つのことしか知らないでその一つを選択することと、いくつものことを知っていてその中から気に入った一つを選択することと、どちらが適切な判断かは自明でしょう。

後期博士課程に進学したら、研究テーマの決定から方法論の選定、結果の整理の仕方まで、まずは独力でやってみてください。これも一人前の研究者になるための「訓練」です。小川はなるべく声をかけずに静かに見えています。ただし、進む道の方向が間違いそうになったら、なぜ間違いそうになったか、なぜこの方向が間違っているのかを説明して助言します。もちろん、研究内容と途中経過や結果に関しては絶えず議論してください。

植物の種子が発芽して成長していく際に、その芽を無理矢理引っ張って伸ばそうとしたり、過度の肥料を与えてしまったりすると、その植物は枯れてしまいます。研究における教育もそれと同じで、小川は大学院生（特に後期博士課程）に無理強いして勉学教育を勧めることはしません。あくまでも自主的成長を基本とします。ただし、必要十分な肥料と水

分と日光は不足しないように気を配りますし、芽の成長方向が曲がってきたら適度に矯正します。品質管理も行います。でも、あくまでも成長するのは植物自体（大学院生本人）です。

●小川研究室は、「研究第一」主義です。

「勉強第一」ではありません。

●獅子の親は我が子を崖から突き落とし、這い上がってきた子のみを育てる。

博士課程在学中は（博士学位を取得し定職に就くまでは）、月に1報ずつ学術論文を書く（投稿する）ことを目標にしてください。これは冗談ではなく、本当に実行してもらいたいと希望していることです。月に1報の論文を書こうと自分に負荷をかけて努力することは、研究テーマを絶えず探すこと、研究テーマを丹念に検討すること、テンションやモチベーションの高い精神状態に絶えず居ること、につながります。「毎月論文を書こうとすると、考える時間が減り、大きなテーマや重要なテーマの研究ができないじゃないか！」という反論も予想されますが、小さい（と最初は思っている）成果であっても、論文にまとめ得る研究テーマをたくさん探し継続的に実行することによって、大きな成果を偶然（実は必然ですが）に発見したり出くわしたりできるものなのです（セレンディピティ）。

研究テーマを探す際には「最も重要な」テーマを慎重に選びたいと思うでしょうが、何が最も重要な判断は、色々なテーマを試行錯誤しながら数多くこなしていくうちに、やっと身に付くものです。素晴らしい洞察力や問題発見能力を生来から（修士修了時の年齢で）持ち合わせている人は、滅多にいません。「最も重要な」研究テーマが見つかるまで研究を始められない人は、その人の一生の時

間をかけても研究を始められないかもしれません。ですから、「まず取りかかれ」「まず行動せよ」という点が、博士課程在学中は大切です。換言すれば、「attempt frequency を上げる」ことによって、大きなテーマや成功に出くわす確率を上げよ、ということです。また、この時期に論文数が増えることは、皆さんの将来(就職活動など)にとって得なことであって、決して損することではありません。一石二鳥です。もちろん言うまでもなく、学術論文は、数だけでなく質も(数以上に)重要です。しかし、博士課程在学中においては、「質」の考慮は、「数」の考慮に次ぐ第二優先度でよいと思います。そして、在学中に数多くのテーマや論文をこなすことによって、「質」を見極める眼を養ってください。よって、晴れて学位取得後は、論文数アップだけを目指してはいけません。

最近は、「ポスドク」という身分の若い研究者が増えてきました。彼らはすでに博士の学位を取得しています。しかし、ポスドクは「定職」ではないので、「フリーター」「浮き草」と同じ身分だと自分に言い聞かせながら、上記の博士課程大学院生と同じように、月に1報ずつ学術論文を書く(投稿する)ことを実行してください。博士の学位を取った人は、普通ならば、独力で欧文論文を仕上げる能力が身に付いているはずです。各自でどんどん論文を執筆してください。ただし、博士課程に書いた論文よりは、当然、質も向上していなければなりません。「数」と「質」との両方が必要な、厳しい(楽しい)時期です。研究生活をエンジョイして頑張ってください。「数」と「質」との両方を満たしながら、たくさん学術論文を書く(投稿する)ことは、ひょっとして、研究人生の終わりまで(死ぬまで)必要なかもしれません。

- 「まず跳べ」
- 「走りながら考えよ」(高木仁三郎)
- Publish, or perish.
- The first or the best.

北原 和夫
(国際基督教大学教授)

第一部 「物性科学の魅力と展望」

物性科学の中でも、私自身は比較的に境界領域的な分野を歩いてきたと思います。学部一年生のときに、化学の講義で紹介されたムーアの「物理化学」は、大変感動して読んだ記憶があります。特に最初の熱力学のところは、第一法則が提唱されるに到った逸話などが書いてあり、また後ろの章では、イオンの移動度に関する運動論など、今から思うと随分進んだことが書いてありました(その後、この本は改訂されるたびにやや中身が薄くなってきたように思います)。大学三年生のときにPrigogine-Defayの「化学熱力学」(みすず書房)を読んだことも、私の研究の方向付けを与えたように思います。さらに四年生のときに、久保先生の「統計現象論」の講義がとても印象的でした。揺らぎの現象が美しい数学の形になって、実験データとフィットすることによって、揺らぎを特徴付けるパラメータの値を推定できます。これで、大学院では久保研究室に入ることになりました。修士論文は非線形なブラウン運動に関するものでした。当時、非線形系の物理は日本では話題になっていませんでしたが、研究室で欧州における散逸構造の研究が紹介されることがあり、大変興味を覚えました。博士課程に進学してすぐにブリ